

IDENTIFIKASI SUARA KONSONAN LEDAK BILABIAL DENGAN ANALISIS NILAI EIGEN

Richy Hariyono

S1 Matematika, Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: rich_5@ymail.com

Yusuf Fuad

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email : unesayfuad2013@yahoo.com

ABSTRAK

Suara manusia merupakan sarana komunikasi yang efektif dan setiap individu memiliki keunikan pola suara yang berbeda.. Suara manusia terdiri dari suara vokal dan suara konsonan. Suara manusia tidak langsung dapat dikenali oleh mesin ataupun perangkat lunak. Banyak sekali metode yang telah digunakan untuk pengenalan suara, salah satunya adalah dengan analisis nilai eigen. Skripsi ini bertujuan untuk menganalisis suara manusia dengan menentukan matriks kovarian dan nilai eigennya. Suara yang dianalisis hanya suara konsonan ledak bilabial, yaitu konsonan ledak bilabial 'p' dan 'b'. Data penelitian diperoleh dengan melakukan perekaman empat sumber suara dan tiap suara direkam selama tiga kali. Data hasil perekaman dinyatakan dalam matriks kolom dengan entri-entrinya merupakan amplitudo dari suara hasil perekaman, yang kemudian ditentukan matriks kovarian dan nilai-nilai eigennya. Nilai-nilai eigen tersebut diuji dengan metode K-Means untuk mengetahui tingkat akurasi data yang berhasil dikelompokkan. Hasil pengkajian menegaskan bahwa hasil perekaman secara langsung memiliki keakuratan 54,17%. Dari pengelompokan nilai eigen, hasil perekaman mencapai keakuratan 75%. Dengan demikian metode analisis nilai eigen memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan metode analisis langsung terhadap hasil perekaman suara.

Kata kunci : Konsonan ledak bilabial, matriks kovarian, metode K-means, nilai eigen

ABSTRACT

The human voice is an effective means of communication, and is also uniquely different sound for every individual as well as the fingerprints. The human voice is generally composed of vowel and consonant sounds. The human voice itself is not automatically recognized by a machine or software. Many methods have been used for the purpose of voices' recognitions, one is the so called the eigen analysis. A specific goal of this thesis is to analyze the chosen voices by utilizing their covariance matrix and their eigenvalues. In this study, the chosen voices are the bilabial explosive consonant, namely the consonant bilabial explosive 'p' and 'b'. The data were obtained by recording four subjects as the sampled sources and every subject is recorded for three times. Then every data is expressed in the column matrix where its entry represents the amplitude of the recorded voice, from which the covariance matrix and its eigenvalues are then determined. Moreover, the eigenvalues are analyzed using the K-Means method to determine the accuracy of the data successfully classified. Based on our classifications, the accuracy of the directly recorded voice is achieved up to 54.17% while the accuracy of the clustering of the eigenvalues has a 75% in accuracy. It means that in our study the eigenvalue method gives more accurate results.

Keywords: explosive bilabial consonant sound, covariance matrix, K-means, the eigenvalues

PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak sekali teknologi yang berhubungan dengan suara manusia. Suara manusia merupakan salah satu sarana komunikasi yang sangat efektif. Murah, dan familiar. Oleh karena itu, banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan cara agar manusia dan perangkat elektronik (personal komputer) dapat berinteraksi menggunakan suara. Untuk mewujudkan hal ini masih banyak sekali kendala dan keterbatasan, karena suara tidak langsung dapat dikenali oleh komputer.

Suara manusia memiliki keunikan seperti sidik

jari manusia, yaitu setiap manusia memiliki suara yang tidak sama. Menurut Aryani (2002) sinyal suara manusia berubah-ubah sesuai dengan perubahan tekanan udara, dengan demikian sinyal suara manusia dapat juga berubah secara alami dan bentuk sinyal yang dihasilkan juga berbeda-beda untuk setiap manusia.

Pribadnyo (2007) telah meneliti tentang pengenalan pengucapan sebagai pengaktif peralatan elektronik dan Ajulian (2007) lebih memfokuskan pada pengenalan pengucapan sebagai pengatur mobil dengan pengendali jarak jauh.

Suara manusia terdiri dari suara vokal dan suara konsonan. Penelitian dengan suara vokal sudah pernah

dilakukan oleh Zulfakhrodli (2012), yang menggunakan suara vokal 'a', dandan Aminudin (2007) menggunakan semua suara vokal.

Suara konsonan ledak bilabial adalah suara konsonan dengan hambatan penuh arus udara yang kemudian diledakkan dengan letak artikulator aktif bibir bawah dan artikulator pasif bibir atas. Termasuk suara konsonan ini adalah konsonan 'p' dan konsonan 'b'. Suara 'p' dan suara 'b' pada kehidupan sehari-hari terdengar sama. Kedua suara konsonan itu sulit dibedakan pada saat didengar.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai eigen dari data sinyal suara konsonan ledak bilabial hasil perekaman. Selain itu penelitian ini berupaya mengidentifikasi hasil pengelompokan suara konsonan ledak bilabial dengan menghitung K-Means dari sebaran nilai eigennya.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perekaman suara dilakukan di tempat yang tidak bising.
2. Perekaman suara berasal dari empat orang berbeda.
3. Setiap orang akan melakukan perekaman selama tiga kali tiap suara 'p' dan suara 'b'.
4. Suara yang direkam merupakan suara manusia normal, dalam kondisi sehat tanpa tekanan.

KAJIAN TEORI

1. Suara

Suara adalah getaran yang tersebar melalui udara (atau media lainnya). Sedangkan suara manusia berasal dari bergetarnya pita suara yang dikarenakan aliran udara saat melewati pita suara. Suara manusia dibedakan menjadi suara vokal dan suara konsonan. Suara vokal dihasilkan oleh pita suara yang terbuka sedikit, menjadi bergetar saat dilalui arus udara dari paru-paru lalu keluar melalui rongga mulut tanpa hambatan kecuali bentuk rongga mulut sesuai jenis vokal yang dihasilkan. Suara konsonan terjadi setelah arus udara melewati pita suara yang terbuka sedikit atau lebar diteruskan ke rongga

mulut atau hidung dengan mendapat hambatan di tempat-tempat artikulasi tertentu.

Klasifikasi suara konsonan (Kushartanti, 2005) dibedakan menjadi dua cara yaitu berdasarkan cara pengucapan atau cara artikulasi dan berdasarkan letak artikulasinya. Dua klasifikasi itu dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1. Fononim Suara Konsonan

	Bilabial	Labio-dental	Dental	Alveolar	Pos-Alveolar	Retro-fleks	Palatal	Velar	Uvular	Faringal	Glotal
Letupan	p b			t d		ʈ ɖ	c ɟ	k g			ʔ
Nasal	m			n			ɲ	ŋ			
Tril				r							
Frikatif		f v		s z						h	
Afrikat							ʃ ʒ				
Aproksiman	w						j				
Aproksiman Lateral				l							

2. Sinyal Suara

Sinyal suara yaitu suatu sinyal yang mewakili suatu suara (Priyoyuwono, 2005). Sinyal suara dibentuk dari kombinasi berbagai frekuensi pada berbagai amplitudo dan fase. Untuk dapat melakukan proses pengolahan sinyal suara yang pertama dilakukan adalah penyamplingan. Dalam proses perekaman akan diukur besarnya masukan sinyal suara pada sela waktu tertentu, kemudian dikonversi dalam skala tersendiri, untuk selanjutnya disimpan. Bentuk sinyal suara digital adalah sinyal diskrit.

Sinyal suara yang diperoleh dari hasil perekaman merupakan kumpulan dari titik-titik sampel suara. Setiap sinyal suara yang terekam memiliki amplitudo yang merupakan jarak terjauh simpangan dari titik kesetimbangan yang disebabkan oleh perubahan tekanan udara yang menimbulkan getaran dari gelombang suara. Dengan demikian sinyal suara dapat digambarkan sebagai grafik dua dimensi yang mempunyai sumbu vertikal berupa amplitudo dan sumbu horizontal berupa parameter titik-titik sampel (Priyoyuwono, 2005). Dalam penelitian ini akan diambil 4000 amplitudo suara dari setiap suara hasil perekaman.

4. Matriks Kovarian

Matriks kovarian adalah matriks yang entri-entrinya merupakan varian dan kovarian. Karena data merupakan matriks kolom maka entri-entri dari matriks kovarian didapat dengan formula:

$$S_{ik} = \frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^n (x_{ir} - \mu_i)(x_{kr} - \mu_k) \quad (2)$$

Dengan μ_i adalah rata-rata dari baris ke- i . Dalam penelitian ini penghitungan matriks kovarian dilakukan dalam program MATLAB®.

5. Nilai Eigen

Nilai eigen merupakan nilai karakteristik suatu matriks. Secara sederhana nilai eigen merupakan nilai yang mempresentasikan suatu matriks dalam perkalian skalar dengan suatu vektor. Atau nilai eigen matriks A dapat dicari dengan formula dasar:

$$(A - \lambda I)x = 0 \quad (3)$$

Untuk menghitung nilai eigen dengan menghitung menyelesaikan terlebih dahulu persamaan $\det(A - \lambda I) = 0$. Banyaknya nilai eigen dari suatu matriks berorde ($n \times n$) adalah sebanyak n buah nilai eigen. Dalam penelitian ini data yang akan ditentukan nilai eigennya adalah berasal dari matriks kovarian berukuran 4000×4000 . Sehingga akan didapat sebanyak 4000 nilai eigen dalam satu data. Dalam penelitian ini penghitungan nilai eigen dilakukan di program MATLAB®.

6. K-Means

K-means (Agusta, 2011) merupakan salah satu algoritma pengelompokan yang bersifat tanpa arahan (*unsupervised*). K-Means berusaha membagi data yang ada ke dalam satu kelompok atau lebih (*cluster*). Metode ini membagi data ke dalam kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik sama dikelompokkan dalam satu kelompok dan data yang memiliki karakteristik berbeda dikelompokkan ke kelompok yang lain.

Lebih khusus, nilai eigen yang memiliki

karakteristik suatu matriks dapat dianalisis keakuratannya menggunakan K-Means, yang akan mengelompokkannya berdasarkan kesamaan karakteristik.

Pengelompokan K-Means dilakukan dengan algoritma sebagai berikut:

1. Tentukan jumlah kelompok.
2. Tentukan nilai awal pusat kelompok secara acak.
3. Hitung jarak setiap data terhadap pusat kelompok dengan rumus jarak Euclid yaitu $d(x_2, x_1) = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{2j} - x_{1j})^2}$, dengan p adalah banyak nilai setiap data.
4. Alokasikan setiap data kelompok yang memiliki jarak terkecil.
5. Hitung pusat kelompok baru dengan menghitung nilai rata-rata dari nilai data yang berada di setiap kelompok dengan rumus $(x) = \frac{\sum_{j=1}^p x_p}{p}$, dengan p adalah banyaknya nilai pada kelompok tersebut.
6. Ulangi langkah 3 sampai langkah 5 hingga tidak mengalami perubahan pengelompokan.

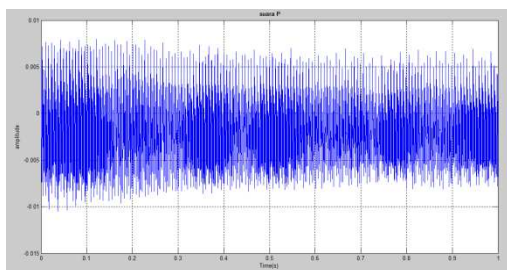
Pengelompokan dengan K-Means ini juga dilakukan dengan program MATLAB®. Dalam penelitian ini, hasil pengelompokan yang benar akan dihitung akurasi.

Hasil perhitungan untuk akurasi tersebut akan dibandingkan dengan hasil pengelompokan yang langsung melalui proses K-Means tanpa melalui penghitungan matriks kovarian dan penghitungan eigennya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perekaman dan Digitalisasi

Pada proses perekaman dilakukan dengan bantuan MATLAB®. Perekaman dilakukan oleh empat subyek suara berbeda dan masing-masing subyek suara melakukan perekaman suara 'p' sebanyak tiga kali dan perekaman suara 'b' sebanyak tiga kali. Sehingga didapat 24 hasil perekaman suara yang nantinya akan dikelompokkan dengan menerapkan metode K-Means. Perekaman dilakukan selama 1 detik dalam frekuensi 4000 Hz dan 16 bit depth saluran mono.



Gambar 1. Hasil Perekaman

Dalam proses ini juga berlangsung sekaligus proses digitalisasi. Digitalisasi di sini adalah suara hasil perekaman dijadikan sebuah matriks kolom yang entrinnya amplitudo suara yang direkam. Digunakan matriks kolom karena pada penelitian ini digunakan saluran mono sehingga hanya didapat satu kolom. Matriks-matriks kolom tersebut disimpan MATLAB® dalam format *.mat*. Dalam penelitian ini digunakan 4000 amplitudo atau titik sampel untuk setiap hasil perekaman, sehinggasetiap hasil perekaman akan dinyatakan sebagai matriks kolom berukuran 4000×1 . Berdasarkan matriks kolom yang diperoleh, kemudian ditentukan matriks kovarian dan nilai eigennya, sertadikelompokan dengan metode K-Means.

2. Hasil Pengelompokan K-Means

Pada penelitian ini, data yang akan dikelompokan adalah suara hasil perekaman langsung dan nilai eigen dari suara-suara tersebut, serta dapat dihitung persentase nilai akurasi. Data perekaman langsung dan data hasil penghitungan nilai eigen adalah matriks kolom. Sehingga sebelum dikelompokan dengan K-Means matriks-matriks kolom dari kedua data itu diubah dulu ke dalam matriks baris dengan melakukan transpose kedua matriks tersebut karena dalam program MATLAB® pengelompokan dengan metode K-Means dari setiap data harus terlebih dahulu dijadikan matriks baris.

Setelah dilakukan transpose, matriks-matriks baris dari hasil perekaman dijadikan satu matriks. Dengan baris pertama sampai baris ketiga adalah matriks baris dari data perekaman suara subyek pertama, baris keempat sampai baris keenam adalah matriks baris dari data perekaman suara subyek kedua, baris ketujuh sampai

baris kesembilan adalah matriks baris dari data perekaman suara subyek ketiga, dan baris kesepuluh sampai baris keduabelas adalah matriks baris dari data perekaman suara subyek keempat.

Sedangkan berdasarkan matriks-matriks baris hasil transpose dari matriks kolom, nilai-nilai eigen yang berkaitan juga dijadikan dalam satu matriks. Baris pertama sampai baris ketiga adalah matriks baris dari nilai eigen suara subyek pertama, baris keempat sampai baris keenam adalah matriks baris dari nilai eigen suara subyek kedua, baris ketujuh sampai baris kesembilan adalah matriks baris dari nilai eigen suara subyek ketiga, dan baris kesepuluh sampai baris keduabelas adalah matriks baris dari nilai eigen suara subyek keempat.

Setelah menjadi satu matriks, masing-masing matriks dikelompokan dengan metode K-Means. Hasil pengelompokan dari keduanya akan dibandingkan tingkat akurasi berdasarkan suara yang berhasil dikelompokan dengan benar. Hasil pengelompokan suara-suara dengan K-Means ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengelompokan Suara dengan Metode K-Means

Rekaman	Nilai Eigen	Seharusnya
2	1	1
2	2	1
2	1	1
2	1	1
1	1	1
2	2	1
2	1	1
2	2	1
2	1	1
2	1	1
2	1	1
2	2	2
2	1	2
2	2	2
2	1	2
2	2	2

2	2	2
2	2	2
2	2	2
2	1	2
2	2	2
2	2	2
2	2	2

Dari 24 sampel suara yang berasal dari 4 sumber suara telah disusun dengan ketentuan bahwa 3 sampel pertama adalah merupakan sampel suara 'p' untuk sumber suara pertama, sampel ke-4 hingga ke-6 adalah sampel suara 'p' untuk sumber suara kedua, sampel ke-7 hingga ke-9 adalah sampel suara 'p' untuk sumber suara ketiga, dan sampel ke-10 hingga ke-12 adalah sampel suara 'p' untuk sumber suara keempat. Sedangkan sampel ke-13 hingga ke-15 adalah merupakan sampel suara 'b' untuk sumber suara pertama, sampel ke-16 hingga ke-18 adalah sampel suara 'b' untuk sumber suara kedua, sampel ke-19 hingga ke-21 adalah sampel suara 'b' untuk sumber suara ketiga, dan 3 sampel terakhir adalah sampel suara 'b' untuk sumber suara keempat. Dan untuk angka 1 merupakan kelompok suara 'p' dan angka 2 merupakan kelompok suara 'b'.

Pada pengelompokan K-Means suara perekaman 12 indeks terakhir benar sedangkan pada 12 indeks pertama diperoleh hanya satu indeks yang benar. Dengan demikian dapat diketahui keakuratan pengelompokan adalah 54,17%. Sedangkan pengelompokan K-Means nilai eigen 12 indeks pertama yang benar adalah 9 dan pada 12 indeks selanjutnya yang benar juga 9 indeks dan yang salah adalah 3 indeks. Keakuratan pada pengelompokan K-Means ini adalah 75%. Yang artinya rekaman suara yang melalui proses penghitungan matriks kovarian dan nilai eigennya dapat disimpulkan lebih akurat.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan, program dengan penghitungan nilai eigen dapat digunakan untuk menunjukan bahwa mempunyai keakuratan karakteristik yang lebih besar daripada proses perekaman secara langsung. Data hasil perekaman akan diolah dengan amplitudo suara hasil perekaman tersebut dijadikan matriks kolom berukuran 4000x1. Setelah itu dihitung matriks kovarian untuk dijadikan matriks persegi atau dalam penelitian ini matriks berukuran 4000x4000. Lalu matriks kovarian ini dihitung nilai eigennya untuk mengetahui karakteristik suara hasil perekaman. Jadi tiap suara hasil perekaman memiliki 4000 nilai eigen. Semua proses penghitungan dilakukan di dalam MATLAB®. Data hasil perekaman ada 24 suara dari 4 sumber suara berbeda.

Berdasarkan pengelompokan K-Means dari hasil perekaman secara langsung memiliki keakuratan 54,17% sedangkan pengelompokan K-Means dari matriks nilai eigen adalah 75%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data hasil perekaman yang dihitung matriks kovarian dan nilai eigennya dapat dikelompokkan dengan K-Means lebih akurat.

2. Saran

Hasil perekaman sangat menentukan dalam pengelompokan dan pengenalan suara. Perekaman harus dilakukan di tempat yang benar-benar tidak bising. Serta tidak ada penekanan suara dalam proses perekaman. Serta untuk meningkatkan keakuratan pengelompokan dengan menggunakan amplitudo titik sampel lebih dari 4000.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusta, Yudi. 2011. *K-Means*. (Online), (<http://yudiagusta.wordpress.com/k-means/>), diakses pada tanggal 12 Desember 2012, pukul 02:12:45)
- [2] Ajulian, Ajub. 2007. *Aplikasi Pengenalan Ucapan Sebagai Pengatur Mobil Dengan Pengendali Jarak Jauh*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro: Semarang

- [3] Aminudin, Anas. 2007. *Analisis Eigen Sinyal Suara*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro: Semarang
- [4] Anton. Howard.2000. *Aljabar Linear Elementer edisi kelima*, Erlangga: Jakarta
- [5] Kerlinger. Fred N.1987. *Korelasi dan Analisis Regresi Ganda*, Nur Cahaya: Yogyakarta
- [6] Kushartanti.2005. *Pesona Bahasa Langkah Awal Memahami Linguistik*, Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- [7] Millewski, Bartosz. 2006. *The Fourier Transform: The Physics of Sound*.(Online), (<http://www.relisoft.com/science/physics/sound.html>), diakses pada tanggal 12 Desember 2012, pukul 01:49:33).
- [8] Pribadnyo, Sinung Tegar. 2007. *Aplikasi Pengenalan Ucapan Sebagai Pengaktif Peralatan Elektronik*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro: Semarang
- [9] Priyoyuwono, 2005. *Kriteria Suara Digital*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- [10] Sidik, Anwar. *Matrik Kovarian*,(online),(http://file.upi.edu/...3/Anwar_Sidik_060224_Bab_3.6-2.7.pdf) (didownload pada tanggal 9 November 2012, pukul 03:16)

